

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. Januar 2006 (12.01.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2006/002820 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**B23K 20/12** (2006.01)

[DE/DE]; Wiesenstr. 30, 86438 Kissing (DE). **HAUCK, Thomas** [DE/DE]; Badangerstr. 3, 86438 Kissing (DE). **MEYER, Harald** [DE/DE]; Neudekerstr. 1a, 86199 Augsburg (DE). **SCHNEIDER, Klaus** [DE/DE]; Pater-Alfred-Maier-Str. 8, 86316 Friedberg (DE). **MENZINGER, Manfred** [DE/DE]; Hochstr. 5, 86438 Kissing (DE). **FISCHER, Otmar** [DE/DE]; Am Brunnenlech 1, 86150 Augsburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/006766

(22) Internationales Anmeldedatum:  
23. Juni 2005 (23.06.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwälte: **ERNICKE, H., -D.** usw.; Schwibbogenplatz 2b, 86153 Augsburg (DE).

(30) Angaben zur Priorität:  
20 2004 010 386.9 1. Juli 2004 (01.07.2004) DE

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **KUKA SCHWEISSANLAGEN GMBH** [DE/DE]; Blücherstr. 144, 86165 Augsburg (DE).

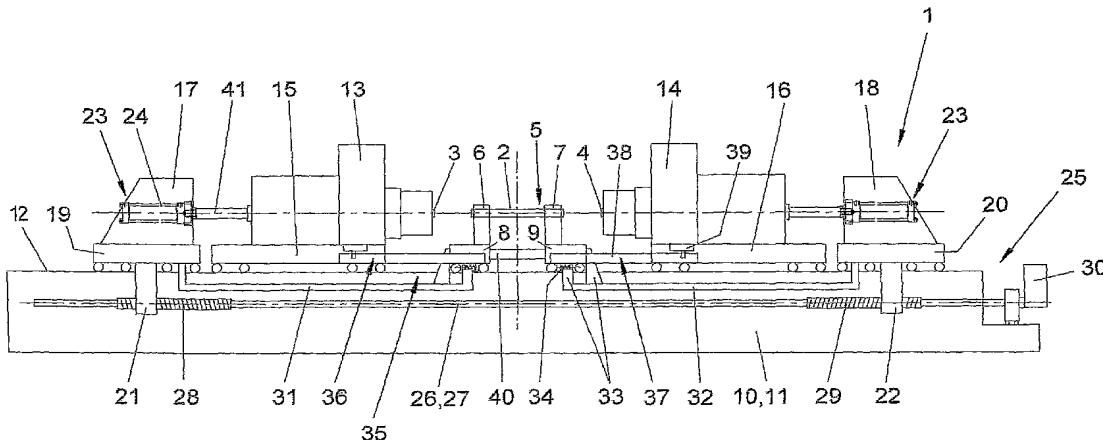
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RUDOLPH, Frank**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PRESSURE WELDING MACHINE AND PRESSURE WELDING METHOD

(54) Bezeichnung: PRESSSCHWEISSMASCHINE UND PRESSSCHWEISSVERFAHREN



**(57) Abstract:** The invention relates to a pressure welding method and a pressure welding machine (1) which is provided with a frame (10), two welding heads (13, 14), mobile along a feed axis (41), and two adjusting units (17, 18) comprising feed drives (23) for the welding heads (13, 14). The two adjusting units (17, 18) are mounted so as to be axially movable (41) on the frame (10) and are interlinked with an adjusting drive (25) by means of a common adjusting element (26) and supported in a closed system of forces while receiving the pressure welding forces, thereby relieving the frame (10). The adjusting element (26) is configured as a continuous spindle (27) having two self-locking threads (28, 29) that run in opposite directions.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Pressschweißverfahren und eine Pressschweissmaschine (1), die mit einem Gestell (10), zwei längs einer Vorschubachse (41) beweglichen Schweißköpfen (13, 14) und zwei Stelleinheiten (17, 18) mit Vorschubantrieben (23) für die Schweißköpfe (13, 14) ausgerüstet ist. Die beiden Stelleinheiten (17, 18) sind axial beweglich (41) am Gestell (10) gelagert und sind untereinander mittels eines gemeinsamen Stellelements (26) mit einem Stellantrieb (25) verbunden und unter Aufnahme der Pressschweißkräfte in einem geschlossenen Kräftesystem abgestützt, wobei das Gestell (10) entlastet wird. Das Stellelement (26) ist als durchgehende Spindel (27) mit zwei gegenläufigen und selbsthemmenden Gewinden (28, 29) ausgebildet.

**WO 2006/002820 A2**



SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## BESCHREIBUNG

Pressschweißmaschine und Pressschweißverfahren

5

Die Erfindung betrifft eine Pressschweißmaschine und ein Pressschweißverfahren mit den Merkmalen im Oberbegriff des Hauptanspruchs.

10 Eine solche Pressschweißmaschine ist in Form einer Doppelkopf-Reibschißmaschine aus der EP 0 246 239 B1 bekannt. Sie besteht aus einem Gestell mit einem Maschinenbett, an dem zwei Reibschißköpfe längs einer gemeinsamen Vorschubachse gegenläufig beweglich gelagert sind. Sie werden von zwei Stelleinheiten mit Vorschubantrieben längs der Vorschubachse bewegt. Die Stelleinheiten sind verstellbar am Maschinengestell gelagert und werden in der gewünschten Position am Maschinenbett durch hydraulisch betätigten Reibbremsen 15 einzeln fixiert. Mit der Doppelkopf-Reibschißmaschine wird ein zentrales Werkstück beidseitig mit weiteren Werkstücken durch Reibschißen verbunden. Die Spindeldrehungen der beiden Reibschißköpfe werden durch eine gemeinsame mit Motor und Bremse versehene 20 Vorgelegewelle synchronisiert. Aus unterschiedlichen Werkstücklängen ergeben sich unterschiedliche Weglängen für Reibvorschub und Stauchhub, die durch unterschiedliche Ausfahrlängen der Vorschubantriebe erzeugt werden. Um die mehrere Tonnen großen Stauchkräfte beim Reibschißen 25 aufnehmen zu können, hat die Pressschweißmaschine ein massives Gestell und Maschinenbett. Dies bedeutet einen hohen Bauaufwand, wobei unerwünschte Verformungen trotzdem nicht vollständig aufgenommen werden können. Andererseits wird durch die große Gestellkonstruktion die 30 Zugänglichkeit der Arbeitsstelle eingeschränkt.

35

Die EP 0 059 544 A1 zeigt eine andere Reibschweißmaschine mit ebenfalls über eine Vorgelegewelle synchronisierten Spindeln. Die Stelleinheiten sind hierbei starr und unbeweglich am Maschinenbett fixiert.

5

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine bessere Pressschweißmaschine nebst Pressschweißverfahren aufzuzeigen.

10 Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruch.

Die beanspruchte Pressschweißmaschine hat den Vorteil eines wesentlich verringerten Bauaufwands, wobei zugleich 15 ein größerer Arbeitsbereich und eine bessere Zugänglichkeit der Arbeitsstelle erreicht werden. Die beim Stauchen auftretenden Kräfte werden in einem geschlossenen Kräftesystem über das Stellelement aufgenommen, was die Gestellkonstruktion entlastet. Zugleich kann über das 20 Stellelement eine beidseitige Verstellung der Stelleinheiten mit den Vorschubantrieben entlang einer vorzugsweise gemeinsamen und durchgehenden Führungsebene erreicht werden. Diese Verstellung kann zudem symmetrisch sein. Besondere Vorteile bietet hierbei die Ausgestaltung 25 des Stellelements als durchgehende Spindel mit zwei gegenläufigen Gewinden, die über entsprechende Mutteraufnahmen mit den Stelleinheiten verbunden ist. Günstig ist hierbei ein selbsthemmendes Bewegungsgewinde, 30 welches die hohen Stauchkräfte aufnehmen und abstützen kann.

Für das zentrale Werkstück ist eine vorzugsweise ebenfalls verfahrbare zentrale Spannvorrichtung vorhanden, die mit 35 zwei Werkstückhaltern ausgerüstet ist, welche über Schlittensteller oder Verbindungsstangen mit den jeweils zugeordneten Stelleinheiten verbunden sind. Hierdurch lassen sich die zentrale Spannvorrichtung und die

Stelleinheiten gleichzeitig und synchron positionieren. Eine federnde Verbindung zwischen Schlittenstellern und Werkstückhaltern ermöglichen beim Stauchhub eine Ausweichbewegung der Werkstückhalter zur Aufnahme der 5 Stauchverformung des zentralen Werkstücks.

Die beanspruchte Pressschweißmaschine verfügt außerdem über eine Messeinrichtung, die es ermöglicht, beim Pressschweißen die echten Vorschübe und die reinen 10 Werkstückverkürzungen ohne die beim Stauchen auftretenden elastischen Verformungen des zentralen Werkstücks zu messen. Hierdurch ist es möglich, die beim einen Pressschweißprozess für bestimmte Werkstücke und 15 Werkstücklängen ermittelten Prozessparameter auch auf andere gleichartige Werkstücke mit anderen Längen zu übertragen. Dies war bisher nicht möglich, weil in den Weg-Messwerten stets die elastische Verformung des zentralen Werkstücks enthalten war, die sich bei einer 20 Veränderung der Werkstücklängen ebenfalls änderte und somit in die Prozessparameter einfloss. Für die beanspruchte Messeinrichtung ist es günstig, einen Maßstab 25 und einen zugehörigen Messkopf relativ beweglich zueinander am Werkstückhalter und am zugeordneten Schweißkopf anzuordnen, so dass genau deren Bewegung gemessen wird. Die elastische Verformung des zentralen Werkstücks wird über die federnd nachgiebige Beweglichkeit 30 der Werkstückspanner eliminiert.

Die beanspruchte Pressschweißmaschine kann mit beliebigen 35 Pressschweißverfahren arbeiten. Dies kann z.B. das Reibschweißen oder das Schweißen mit einem magnetisch oder anderweitig bewegten Lichtbogen sein. Die miteinander verschweißten Werkstücke können rotationssymmetrisch sein, was allerdings keine zwingende Voraussetzung ist.

- 4 -

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

5

10

15

20

25

30

35

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Im einzelnen zeigen:

5 Figur 1: eine Pressschweißmaschine in geöffneter  
Ruhestellung in Seitenansicht,

Figur 2: die Pressschweißmaschine von Fig. 1 in  
Arbeitsposition und

10 Figur 3: eine vergrößerte Darstellung des Mittelbereichs  
der Pressschweißmaschine von Fig. 1.

15 Figur 1 bis 3 zeigen eine Pressschweißmaschine (1) in  
schematischen Seitenansichten und in verschiedenen  
Betriebsstellungen. Die Pressschweißmaschine (1) dient zum  
Schweißen von zwei, drei oder mehr Werkstücken (2,3,4),  
wobei z.B. an einem zentralen Werkstück (2) an beiden  
20 Enden ein oder mehrere äußere Werkstücke (3,4)  
angeschweißt werden. Die Pressschweißtechnik kann von  
beliebiger Art sein. Z.B. kann es sich um das  
Reibschweißen mit motorischem Direktantrieb oder  
Schwungmassenantrieb oder das Schweißen mit einem  
25 magnetisch oder anderweitig bewegten Lichtbogen oder dgl.  
handeln. Die Werkstücke (2,3,4) sind entlang einer  
vorzugsweise gemeinsamen Vorschubachse oder Stauchachse  
(41) angeordnet und werden am Ende des  
Pressschweißvorganges durch einen Stauchhub aufeinander  
30 zubewegt und miteinander verbunden.

Die Pressschweißmaschine (1) ist als sog.  
Doppelkopfmaschine ausgebildet. Sie besteht aus einem  
Gestell (10) mit einem zentralen Spanner (5) für das  
35 zentrale Werkstück (2), zwei beidseitig anschließenden  
beweglichen Schweißköpfen (13,14) und zwei hier wiederum  
beidseitig anschließenden Stelleinheiten (17,18) mit

Vorschubantrieben (23) für die Schweißköpfe (13,14). Die Pressschweißmaschine (1) weist ferner eine rechnergestützte, programmierbare Maschinen- und Prozesssteuerung auf (nicht dargestellt). Der zentrale 5 Spanner (5), die Schweißköpfe (13,14) und die Stelleinheiten (17,18) sind allesamt über Fahrschlitten (8,9,15,16, 19,20) entlang der vorzugsweise gemeinsamen Vorschubachse oder Stauchachse (41) beweglich am Gestell 10 (10) gelagert und dabei an einer vorzugsweise ebenfalls gemeinsamen Schlittenführung (12) axial beweglich gelagert und geführt. Die Lagerung und Führung kann z.B. über kippfeste Rollenlager oder dgl. geschehen. Die beiden außenliegenden Stelleinheiten (17,18) sind untereinander mittels eines gemeinsamen Stellelements (26) mit einem 15 Stellantrieb (25) verbunden und abgestützt.

Das Stellelement (26) ist vorzugsweise als durchgehende Spindel (27) mit zwei zumindest endseitig angeordneten und gegenläufigen Gewinden (28,29) ausgebildet. Diese Gewinde 20 (28,29) sind jeweils als Bewegungsgewinde, insbesondere als links- und rechtsgängige Schraubengewinde, ausgebildet. Hierbei kann es sich z.B. um Trapezgewinde handeln. Die Gewinde (28,29) stehen mit Muttern (21,22) im Eingriff, die über Ausleger mit den Stelleinheiten (17,18) 25 verbunden sind. Die Spindel (27) ist unterhalb der Schweißköpfe (13,14) und der Stelleinheiten (17,18) angeordnet und ist in einem Maschinenbett (11) drehbar gelagert. Sie befindet sich zwischen den seitlich distanzierten Schienen der Schlittenführung (12) und kann 30 mit diesen auf gleicher Höhe oder knapp unter diesen angeordnet sein. Die Gewinde (28,29) und/oder die Spindel (27) können in beliebig geeigneter Weise bei Bedarf in Ruhestellung fixiert werden, z.B. durch Bremsen, eine Gewinde-Selbsthemmung oder dgl.

Die beim Pressschweißen auftretenden und von den Vorschubantrieben (23) ausgeübten Stauchkräfte werden über die Muttern (21,22) auf das Stellelement (26) bzw. die Spindel (27) übertragen und abgestützt. Hierdurch ergibt 5 sich ein geschlossener Kraftschluss, der das Gestell (10) entlastet. Über die Schlittenführung (12) müssen lediglich etwaig auftretende Kippmomente aufgenommen werden. Die Fahrschlitten (19,20) der Stelleinheiten (17,18) können außerdem in den Betriebsstellungen durch 10 Klemmeinrichtungen oder dgl. zusätzlich an der Schlittenführung (12) bzw. an dem Gestell (10) fixiert werden.

Das Stellelement (26) kann alternativ in andere geeignete 15 Weise ausgebildet sein. Gleiches gilt für dessen Stellantrieb (25). Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist er als Spindelantrieb ausgebildet und besteht aus einem zur exakten Positionierung genau steuerbaren Motor (30), vorzugsweise einem Elektromotor. Zwischen dem Motor (30) 20 und der Spindel (27) kann ein Untersetzungsgetriebe geschaltet sein.

Der zentrale Spanner (5) besteht aus zwei mit axialer Distanz angeordneten Werkstückhaltern (6,7), die das 25 zentrale Werkstück (2) in der Nähe der Stirnenden mit geeigneten Spanneinrichtungen halten und spannen. Die Werkstückhalter (6,7) sind jeweils mit einem Fahrschlitten oder Halterschlitten (8,9) ausgerüstet und können sich unabhängig von einander längs der Schlittenführung (12) 30 und der Stauchachse (41) bewegen. Die Werkstückhalter (6,7) oder ihre Halterschlitten (8,9) sind mit der jeweils zugeordneten Stelleinheit (17,18) über einen stangenförmigen Schlittensteller (31,32) formschlüssig verbunden. Der Schlittensteller (31,32) ist z.B. am 35 Fahrschlitten (19,20) der Stelleinheit (17,18) starr befestigt und wird bei den Fahrbewegungen der Stelleinheit (17,18) mit bewegt. Am anderen Ende greifen die

Schlittensteller (31, 32) über ein oder mehrere Mitnehmer (33) formschlüssig am zugehörigen Werkstückhalter (6, 7) oder Halterschlitten (8, 9) an. Hierbei erfolgt eine Mitnahme bei der Vorwärts- und Rückwärtsfahrt.

5

In Richtung zum Maschinenzentrum hin ist eine Feder (34) zwischen Mitnehmer (33) und Werkstückhalter (6, 7) und Halterschlitten (8, 9) geschaltet. Sie bewirkt eine Aufnahme der Ausweichbewegungen der Werkstückhalter (6, 7) 10 beim Stauchen. Bei den sehr hohen auftretenden Stauchkräften, die 20 Tonnen oder mehr betragen können, verformt sich das zentrale Werkstück (2) unter Druck, wobei die Werkstückhalter (6, 7) sich gegen die rückstellende Kraft der Feder (34) bewegen und zum axialen 15 Maschinenzentrum wandern. Nach Entlastung vom Stauchdruck oder der Stauchkraft erfolgt eine Rückwärtsbewegung in die Ausgangsstellung unter Entlastung der Feder (34).

20

Die Schweißköpfe (13, 14) sind entsprechend der gewählten Schweißtechnik ausgebildet und mit Fahrschlitten (15, 16) ausgerüstet. Sie besitzen Spannfutter zur Aufnahme und Einspannung des linken und rechten Werkstücks (3, 4). Für das Reibschweißen können die Schweißköpfe (13, 14) einen Drehantrieb für das Spannfutter aufweisen, wodurch das 25 zugehörige Werkstück (3, 4) gegenüber dem vorzugsweise still stehenden zentralen Werkstück (2) zum Anreiben gedreht wird. Zum Schweißen mit einem magnetisch bewegten Lichtbogen ist an den Schweißköpfen (13, 14) und/oder an der zentralen Spannvorrichtung (5) die hierfür benötigte 30 Lichtbogeneinheit mit einer Spule zur Lichtbogenablenkung etc. angeordnet. Bei Einsatz anderer Pressschweißtechniken, die eine Erwärmung der Grenzflächen der zu verschweißenden Werkstücke (2, 3, 4) auf andere Weise bewirken, sind die Schweißköpfe (13, 14) entsprechend 35 anders ausgebildet.

Rückseitig werden die Schweißköpfe (13,14) vom Vorschubantrieb (23) der zugehörigen Stelleinheit (17,18) beaufschlagt. Der Vorschubantrieb (23) befindet sich vorzugsweise fluchtend mit den Werkstücken (2,3,4) in der 5 gemeinsamen Vorschubachse (41) oder ist ggf. parallel dazu mit geringem Abstand angeordnet. Der Vorschubantrieb (23) bewirkt die Zustellung des zugehörigen Schweißkopfs (13,14) aus der in Figur 1 gezeigten zurückgezogenen Ruhestellung in die in Figur 2 dargestellte 10 Arbeitsstellung. In der Arbeitsstellung kommen die Grenzflächen der benachbarten Werkstücke (2,3,4) je nach Schweißprozess in Berührungskontakt oder werden in einem bestimmten Abstand zueinander positioniert. Je nach Schweißprozess werden sie in dieser Position eine Zeitlang 15 gehalten oder weiterbewegt.

Beim Reibschweißen erfolgt ein zum Maschinenzentrum gerichteter Reibvorschub. Beim Schweißen mit magnetisch oder anderweitig bewegtem Lichtbogen bleiben die 20 Schweißköpfe (13,14) in der Zustellposition zunächst stehen. Mittels der vorzugsweise axial fluchtenden Vorschubantriebe (23) wird zum Ende des Pressschweißprozesses außerdem der erforderliche gegeneinander gerichtete Stauchhub mit den benötigten 25 Stauchkräften oder Stauchdrücken aufgebracht. Nach Beendigung des Pressschweißprozesses fahren die Vorschubantriebe (23) die Schweißköpfe (13,14) wieder in die Ausgangsstellung gemäß Figur 1 zurück. In dieser Ausgangsstellung ist ein Entladen und Beladen der 30 Pressschweißmaschine 1 mit den Werkstücken (2,3,4) möglich.

Die Vorschubantriebe (23) sind vorzugsweise gleichartig 35 ausgebildet. Sie können eine beliebige konstruktive Gestaltung haben. Im gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich um hydraulische Zylinder (24) die in den Aufbauten der Stelleinheiten (17,18) angeordnet und abgestützt sind.

Deren Kolbenstangen sind mit dem zugehörigen Schweißkopf (13,14) verbunden. Alternativ kann es sich um elektromotorische Antriebe mit ausfahrbaren Spindeln oder dgl. handeln. Daneben sind weitere beliebige Arten von 5 Antriebstechniken möglich.

Die Pressschweißmaschine (1) besitzt eine Messeinrichtung (35) zum Messen der echten Vorschübe im Schweißprozess und der dabei auftretenden reinen Werkstückverkürzungen ohne 10 Beeinflussung durch die vorerwähnte elastische Stauchverformung des zentralen Werkstücks (2). Die Messeinrichtung (35) hat eigenständige Bedeutung und kann auch bei anderen Arten von Pressschweißmaschinen, insbesondere solchen nach dem Stand der Technik, mit 15 Erfolg eingesetzt werden. Dies gilt z.B. für Pressschweißmaschinen (1) mit stationären Stelleinheiten (17,18) oder stationär angeordneten Vorschubantrieben (23).

20 Die Messeinrichtung (35) besitzt mindestens eine zwischen einem Werkstückhalter (6,7) und dem zugeordneten Schweißkopf (13,14) angeordnete Messeinheit (36,37). Im gezeigten Ausführungsbeispiel mit zwei verfahrbaren Schweißköpfen (13,14) sind zwei solche Messeinheiten 25 (36,37) vorhanden. Die Messeinheiten (36,37) bestehen jeweils aus einem stab- oder stangenförmigen Maßstab (38) und einem Messkopf (39), die relativ zueinander beweglich am Werkstückhalter (6,7) und am jeweils zugeordneten Schweißkopf (13,14) angeordnet sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Maßstab (38) jeweils am 30 Werkstückhalter (6,7) angeordnet und ist entlang der Vorschubachse (41) ausgerichtet. Er erstreckt sich vom Werkstückhalter (6,7) jeweils nach hinten zum zugeordneten Schweißkopf (13,14). Der Maßstab (38) ist z.B. als 35 Glasstab ausgebildet und trägt eine Skala von Wegmarkierungen. Der Lesekopf (39) ist bei dieser Ausbildung jeweils am Schweißkopf (13,14) angeordnet und

auf den zugehörigen Maßstab (38) gerichtet. Der Messkopf (39) kann z.B. ein optischer Wegmesser sein, der die Markierungen am Maßstab (38) abliest. Alternativ kann jede andere geeignete Wegmesstechnik zum Einsatz kommen, wobei 5 der Maßstab (38) und der Messkopf (39) entsprechend ausgebildet sind. Die in den Zeichnungen gezeigte kinematische Zuordnung kann auch umgekehrt sein, wobei sich der Messkopf (39) am Werkstückhalter (6,7) und der Maßstab (38) am Schweißkopf (13,14) befindet.

10

Über die Messeinheiten (36,37) lässt sich die axiale Relativbewegung zwischen dem Werkstückhalter (6,7) und dem Schweißkopf (13,14) sehr genau messen. Diese Relativbewegung gibt beim Reibschweißen den exakten Reib- 15 und Stauchweg an. Aus der Summe der linken und rechten Wege ergibt sich hierdurch die durch das Reibschweißen erfolgte Bauteilverkürzung des gesamten Schweißteils. Beim Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen werden nach einem anfänglichem Kontakt anschließend die Werkstücke zur 20 Lichtbogenzündung distanziert, wobei über die Messeinheiten (36,37) die für den Prozess erforderliche Positionierung und Distanz der zu verschweißenden Werkstücke (2,3,4) eingestellt und angefahren wird. Nach 25 dem anschließenden Stauchhub kann die sich ergebende Werkstückverkürzung ermittelt werden.

Die Messeinrichtung (35) kann ferner eine zentrale Messeinheit (40) aufweisen, die z.B. zwischen den Werkstückhaltern und/oder ggf. auch zwischen den 30 Schweißköpfen (13,14) angeordnet ist. Hierüber lässt sich die Gesamtlänge der Werkstücke (2,3,4) vor dem Schweißen und auch nach dem Schweißen ermitteln. Die zentrale Messeinheit (40) ist in Figur 1 schematisch angedeutet. Sie kann in beliebig geeigneter Weise konstruktiv 35 ausgebildet sein und ebenfalls ein oder mehrere stangenförmige Maßstäbe (38) und Messköpfe (39) aufweisen.

- 12 -

Die Schweißköpfe (13,14), der Stellantrieb (25), die Stelleinheiten (17,18) nebst Vorschubantrieben (23) und die Messeinrichtung (35) sind mit der Maschinen- und Prozesssteuerung verbunden und werden von dieser mit geeigneten Programmen gesteuert und geregelt.  
5

Abwandlungen der gezeigten Ausführungsform sind in verschiedener Weise möglich. Dies betrifft die konstruktive Gestaltung der zentralen Spannvorrichtung (5), der Schweißköpfe (13,14), der Stelleinheiten (17,18) und des Stellelements (26) nebst Stellantrieb (25). Auch das Gestell (11) kann anders ausgebildet sein. Die Art und Anordnung der Fahrschlitten (8,9,15,16,19,20) ist beliebig wählbar. Gleiches gilt für die Art und Anordnung der Schlittenführung (12).  
10  
15

20

25

30

35

## BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Pressschweißmaschine, Doppelkopfmaschine
- 2 Werkstück, zentral
- 5 3 Werkstück, außen links
- 4 Werkstück, außen, rechts
- 5 zentrale Spannvorrichtung
- 6 Werkstückhalter
- 7 Werkstückhalter
- 10 8 Fahrschlitten, Halterschlitten, links
- 9 Fahrschlitten, Halterschlitten, rechts
- 10 Gestell
- 11 Maschinenbett
- 12 Schlittenführung
- 15 13 Schweißkopf, links
- 14 Schweißkopf, rechts
- 15 Fahrschlitten, Stauchschlitten, links
- 16 Fahrschlitten, Stauchschlitten, rechts
- 17 Stelleinheit, links
- 20 18 Stelleinheit, rechts
- 19 Fahrschlitten, Stellschlitten
- 20 Fahrschlitten, Stellschlitten
- 21 Mutter, links
- 22 Mutter, rechts
- 25 23 Vorschubantrieb, Stauchantrieb
- 24 Zylinder, Hydraulikzylinder
- 25 Stellantrieb
- 26 Stellelement
- 27 Spindel
- 30 28 Gewinde, links
- 29 Gewinde, rechts
- 30 Motor, Spindelmotor
- 31 Schlittensteller, links
- 32 Schlittensteller, rechts
- 35 33 Mitnehmer
- 34 Feder
- 35 Messeinrichtung

- 14 -

- 36 Messeinheit, links
- 37 Messeinheit, rechts
- 38 Massstab
- 39 Lesekopf
- 5 40 Messeinheit, zentral
- 41 Vorschubachse, Stauchachse

10

15

20

25

30

35

## PATENTANSPRÜCHE

- 1.) Pressschweißmaschine mit einem Gestell (10), zwei längs einer Vorschubachse (41) beweglichen Schweißköpfen (13,14) und zwei Stelleinheiten (17,18) mit Vorschubantrieben (23) für die Schweißköpfe (13,14), dadurch  
5 g e k e n n z e i c h n e t, dass die beiden Stelleinheiten (17,18) axial (41) beweglich am Gestell (10) gelagert und untereinander mittels 10 eines gemeinsamen Stellelements (26) mit einem Stellantrieb (25) verbunden und abgestützt sind.
- 15 2.) Pressschweißmaschine nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass das Stellelement (26) als durchgehende Spindel (27) mit zwei gegenläufigen Gewinden (28,29) ausgebildet ist, welche mit Muttern (21,22) an den Stelleinheiten 20 (17,18) verbunden sind.
- 25 3.) Pressschweißmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Gewinde (28,29) als Bewegungsgewinde, insbesondere als Kugel- oder Trapezgewinde, ausgebildet sind.
- 30 4.) Pressschweißmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Spindel (27) unterhalb der Schweißköpfe (13,14) und Stelleinheiten (17,18) im Maschinenbett (11) angeordnet ist.
- 35 5.) Pressschweißmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass der Stellantrieb (25) einen steuerbaren Motor (30), insbesondere einen Elektromotor, zum Antrieb der Spindel (27) aufweist.

6.) Pressschweißmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass das Gestell (10) eine Schlittenführung (12) für die formschlüssige Lagerung und Führung von Fahrschlitten (14,16,19,20) der Schweißköpfe (13,14) und Stelleinheiten (17,18) aufweist.

5

7.) Pressschweißmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Pressschweißmaschine (1) eine bewegliche zentrale Spannvorrichtung (5) für ein zentrales Werkstück (2) aufweist, der zwischen den Schweißköpfen (13,14) beweglich an der Schlittenführung (12) gelagert und geführt ist.

10

8.) Pressschweißmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die zentrale Spannvorrichtung (5) zwei distanzierte Werkstückhalter (6,7) aufweist, die an der Schlittenführung (12) beweglich gelagerte Halterschlitten (8,9) aufweisen.

15

9.) Pressschweißmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Werkstückhalter (6,7) mit ihrer jeweils zugeordneten Stelleinheit (17,18) durch einen Schlittensteller (31,32) verbunden sind

20

10.) Pressschweißmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Schlittensteller (31,32) an der Verbindungsstelle zum Werkstückhalter (6,7) einen Mitnehmer (33) und eine Feder (34) für relative Ausweichbewegungen aufweisen.

25

30

35

- 11.) Pressschweißmaschine, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch   
5 g e k e n n z e i c h n e t, dass die Pressschweißmaschine (1) eine Messeinrichtung (35) zum Messen der echten Vorschübe und der reinen Werkstückverkürzung ohne elastische Verformung aufweist.
- 10 12.) Pressschweißmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch   
15 g e k e n n z e i c h n e t, dass die Messeinrichtung (35) mindestens eine zwischen einem Werkstückhalter (6,7) und dem zugeordneten Schweißkopf (13,14) angeordnete Messeinheit (36,37) aufweist.
- 20 13.) Pressschweißmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch   
25 g e k e n n z e i c h n e t, dass die Messeinheit (36,37) einen Maßstab (38) und einen Messkopf (39) aufweist, die relativ zueinander beweglich am Werkstückhalter (6,7) und am zugeordneten Schweißkopf (13,14) angeordnet sind.
- 30 14.) Pressschweißmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch   
35 g e k e n n z e i c h n e t, dass die Messeinrichtung (35) eine zentrale Messeinheit (40) zwischen den Werkstückhaltern (6,7) und/oder den Schweißköpfen (13,14) aufweist.
- 15.) Pressschweißmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch   
30 g e k e n n z e i c h n e t, dass die Pressschweißmaschine (1) als Reibschweißmaschine oder als Maschine zum Schweißen mit bewegtem Lichtbogen ausgebildet ist.
- 35 16.) Verfahren zum Pressschweißen von mehreren Werkstücken (2,3,4) entlang einer vorzugsweise gemeinsamen Vorschubachse (41) mittels einer

Pressschweißmaschine (1) mit einem Gestell (10), zwei längs einer Vorschubachse (41) beweglichen Schweißköpfen (13,14) und zwei Stelleinheiten (17,18) mit Vorschubantrieben (23) für die  
5 Schweißköpfe (13,14), dadurch  
gekennzeichnet, dass die äußeren Werkstücke (3,4) von den beiden axial (41) beweglich am Gestell (10) gelagerten Stelleinheiten (17,18) relativ zueinander bewegt werden, wobei sich die  
10 Stelleinheiten (17,18) gegenseitig unter Aufnahme der Pressschweißkräfte in einem geschlossenen Kräftesystem verstellbar abstützen.

17.) Verfahren nach Anspruch 16, dadurch  
15 gekennzeichnet, dass die Stelleinheiten (17,18) und eine zentrale Spannvorrichtung (5) für ein zentrales Werkstück (2) gleichzeitig und synchron positioniert werden.

20 18.) Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch  
gekennzeichnet, dass beim Pressschweißen die echten Vorschübe und die Werkstückverkürzungen ohne die beim Stauchen  
25 auftretenden elastischen Verformungen des zentralen Werkstücks (2) gemessen werden.

- 1/3 -

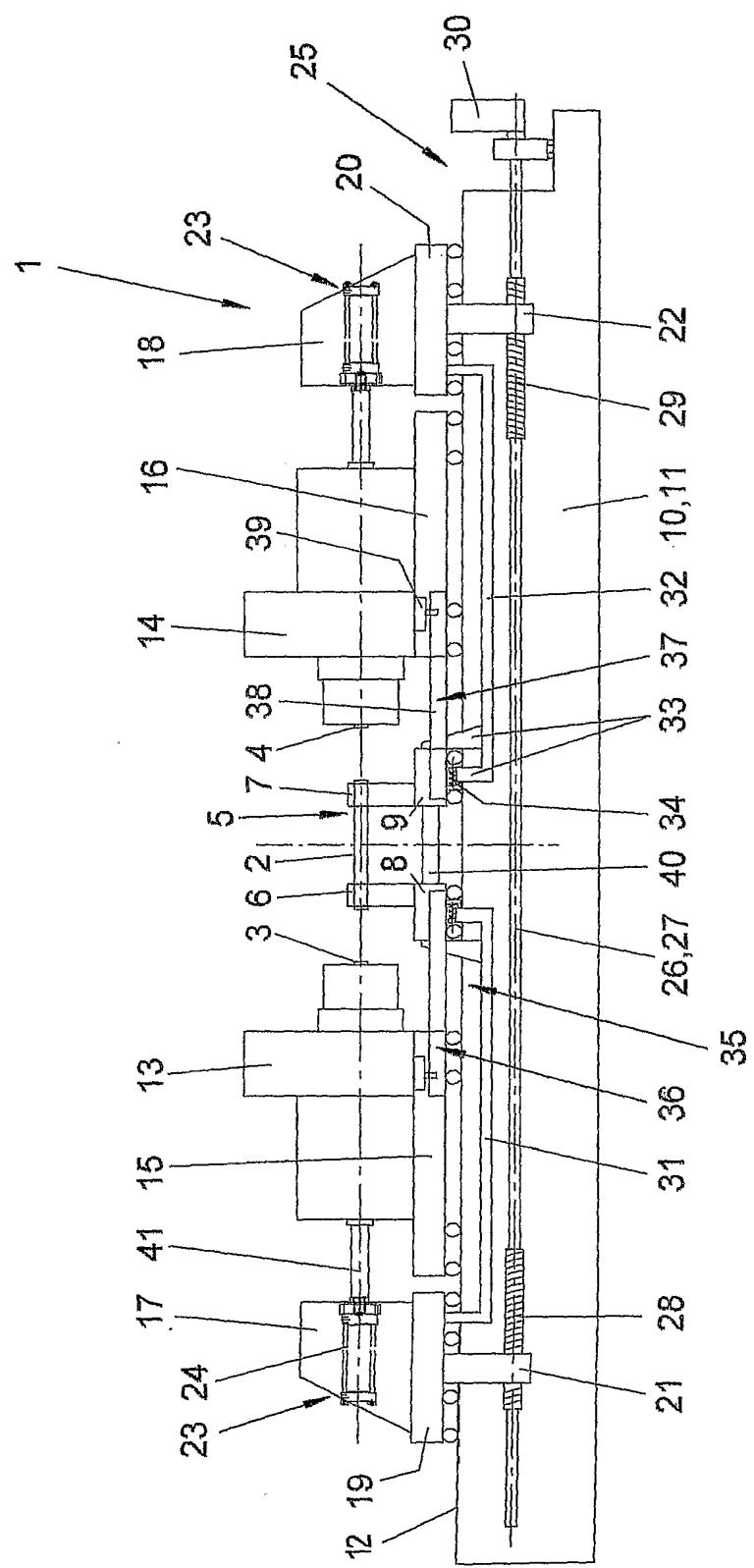
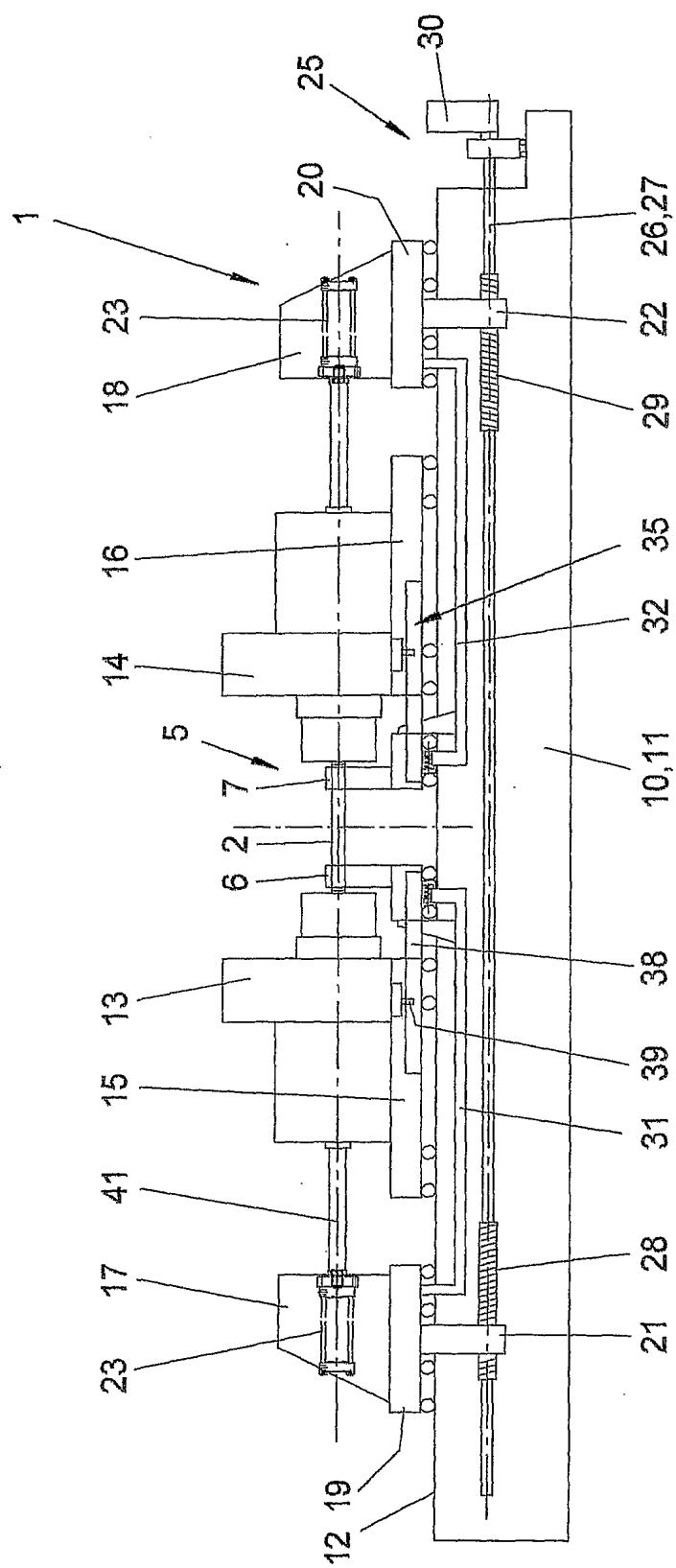


Fig. 1

- 2/3 -



**Fig. 2**

- 3/3 -

